

支部活動報告

設計と施工の乖離 低減へ向けた提言

H30.4.27



NPO法人臨床トンネル工学研究所中国支部

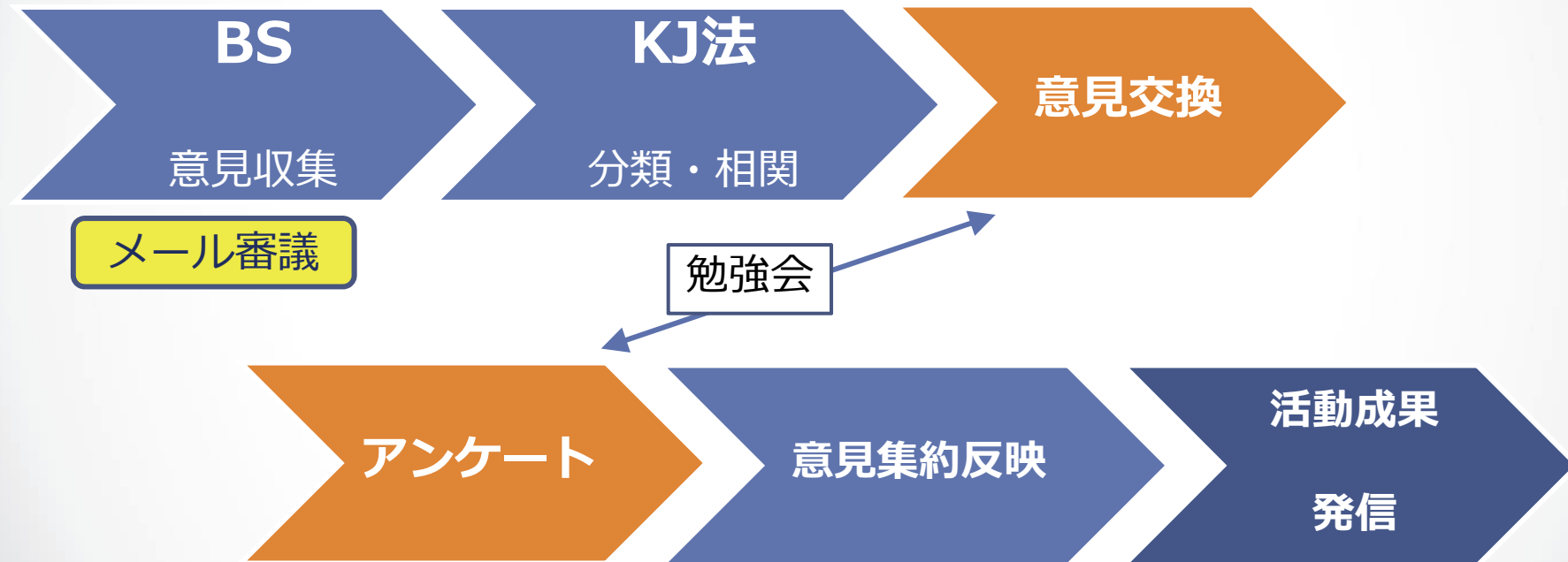
背景

- 設計と施工が乖離することについては、従来から様々な議論が繰り返されてきました。しかし、調査の費用対効果の捉え方ひとつについても、トンネル管理者によって様々な考え方があるため、乖離をなくしていくための明確な方策はなかなか見いだせない問題のように考えられます。
- 中国支部では、2017年度より「山岳トンネルの設計と施工の乖離」について掘り下げた議論をすすめてきました。検討にあたっては、「会員からの意見に基づいた議論」をコンセプトとし、
①中国支部委員によるたたき台の作成 → ②勉強会によるオープンな議論 → ③アンケート調査による意見収集を経て、ここにその成果を報告するものです。
- 今後のトンネル事業推進にあたっての参考となれば幸いです。
-

各テーマ勉強会の流れ

話題提供（議論の叩き台）

支部委員会4回
(7/18,8/2,9/5,12/9)

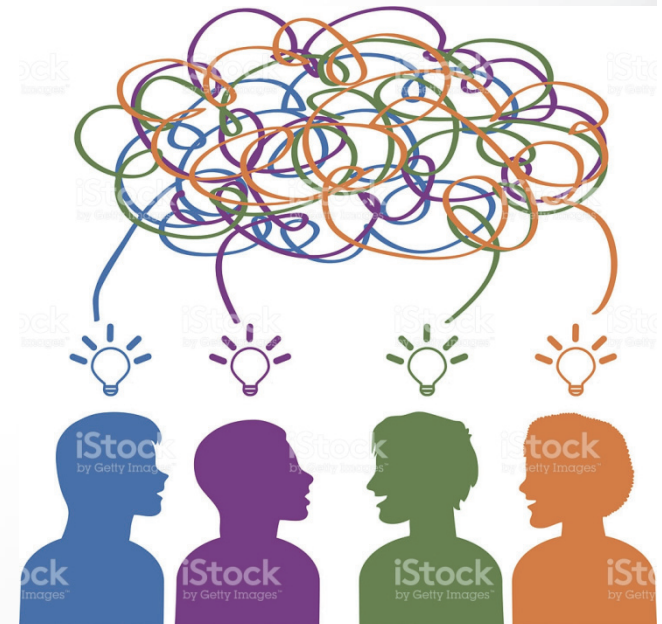


まずBS → 次にKJ法

BS (Brain Storming) とは

- ▶ 他人同士の頭脳 (Brain) を嵐 (Storm) のようにかき混ぜるようなイメージのアイデア発想法。

[集団でアイデアを出し合うことで、一人では考えつかない発想により、斬新なアイデアを見出したり、問題を解決したりする会議手法]



KJ法とは

- 内容や質がまちまちな情報を把握・整理するのに有効
- 文化人類学者・川喜田二郎氏（元東京工業大学教授）が考案した創造的問題解決技法で、氏名の頭文字から“KJ法”と名付けられた。（著書「発想法」1967年）
- 1970年代の高度成長期にビジネスマンの間で広く活用

つまり、今回のテーマのように、相互に複雑に関連する事項について頭の中を整理するのに有効な手法である

•

•

KJ法のイメージ

▶ STEP 1 【展開】



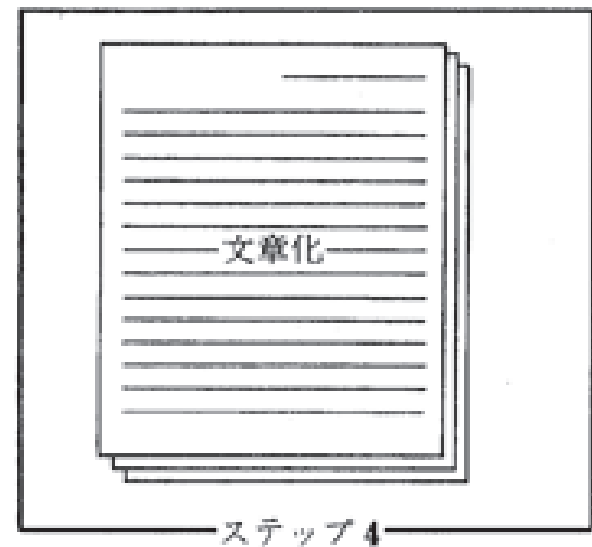
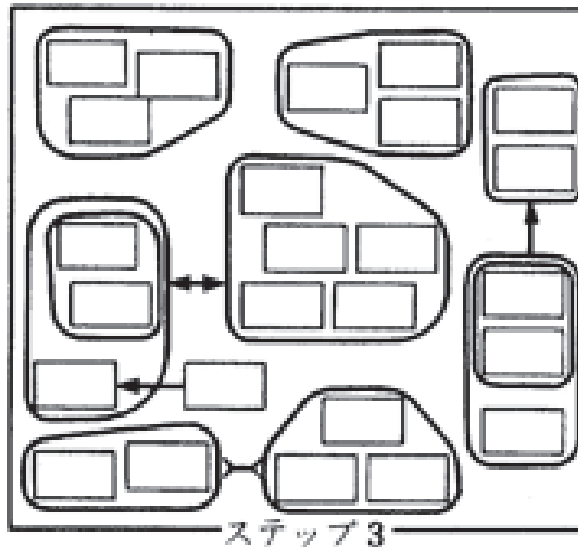
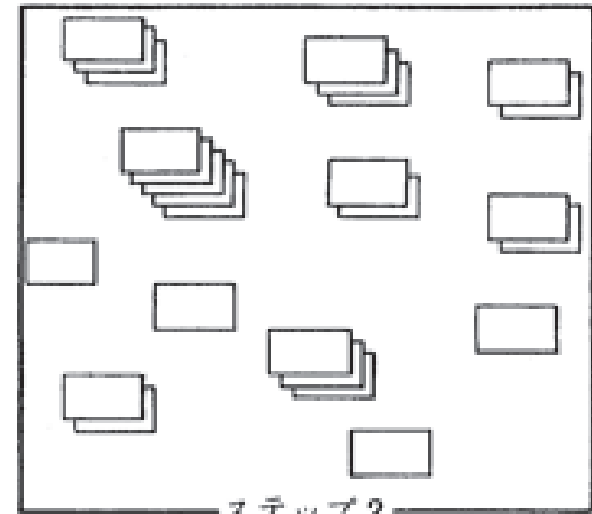
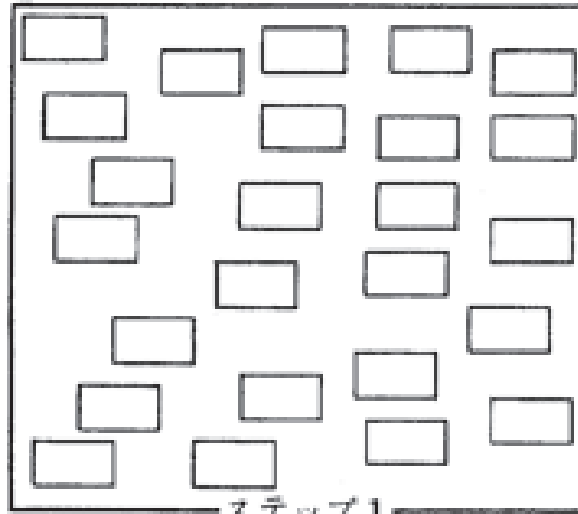
▶ STEP 2 【分類】



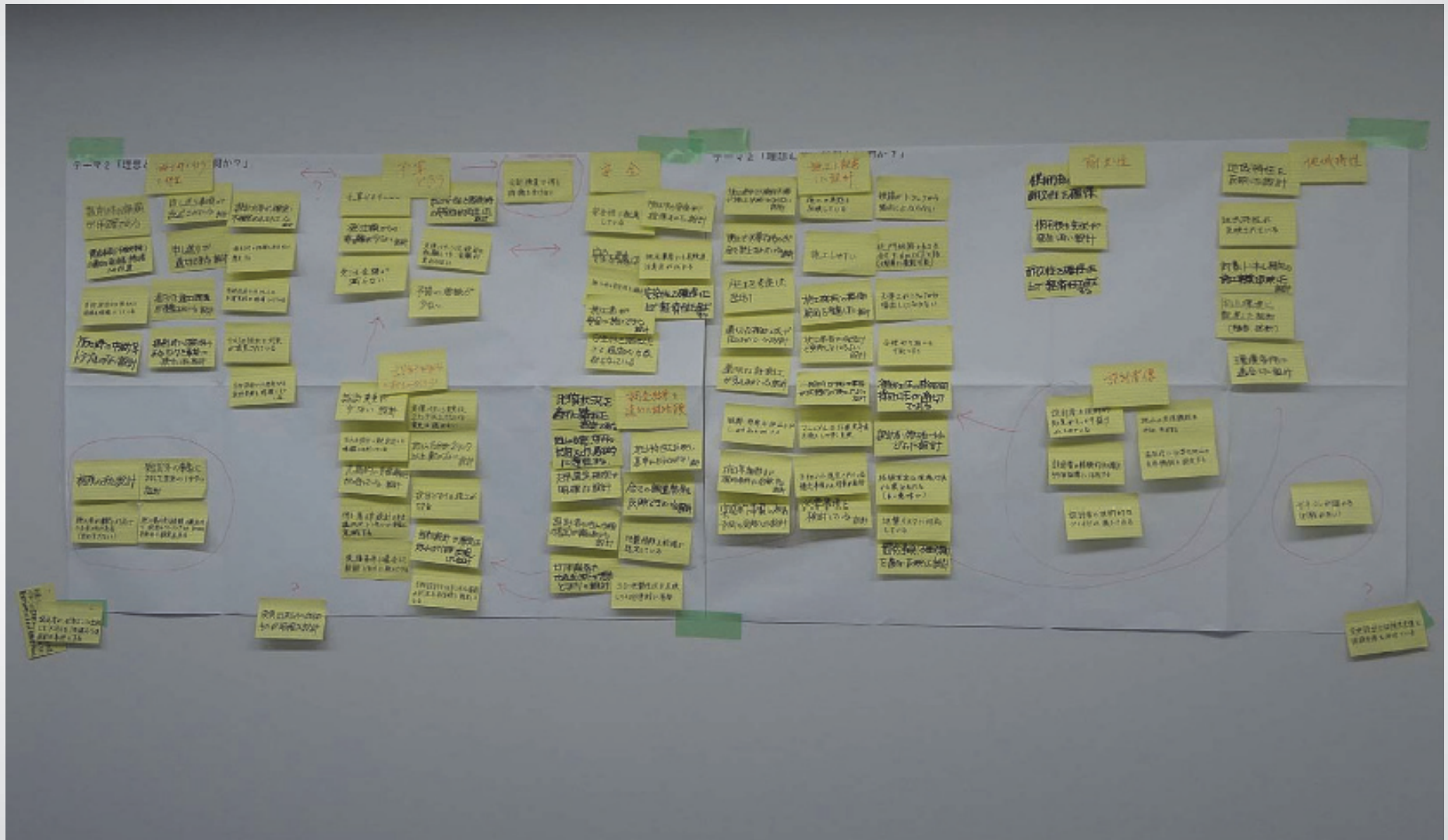
▶ STEP 3 【関連付】



▶ STEP 4 【文章化】



BS → K J



検討のすすめかた

- 検討し始めた頃に、中川理事長から「そもそも理想の設計とは何か？」という質問を受けました。
それに対する技術者の意見は、立場や人の主観などによって様々なものでした。
つまり、「設計と施工の乖離」をすすめるにあたってはまず、この「理想の設計」についての整理がないと「何との乖離」を議論しているのかが分からなくなると考えました。
- そこで、まずはテーマ1として「理想の設計とは何か」を整理したうえで、テーマ2として「設計と施工の乖離解消のための提言」をまとめています。

勉強会の経緯

◆ 2017年6月12日 《設計と施工の乖離勉強会シリーズ 1-1》

- 「設計と施工の乖離の現状」と勉強会の進め方
当研究所の過去の同様テーマに対する検討経緯等
 - 技術研究部会トンネル事前設計委員会(H22~23活動報告)
⇒事前設計における問題点
 - 技術研究部会トンネル事前調査委員会(H24~25活動報告)
⇒設計と施工との地山乖離について
- 「地質リスクマネジメント」
調査精度向上に取り組むシンガポール地下鉄事例の紹介
(基礎地盤コンサルタンツ(株)海外事業本部長 折原敬二氏)

◆ 2017年12月18日 《設計と施工の乖離勉強会シリーズ1-2》

- 支部会資料（理想の設計とは何か，設計と施工の乖離要因
解消に向けた提言）に基づく意見交換
- アンケート意見収集

テーマ1

理想の設計とは何か

理想の設計について意見まとめ

• BS⇒KJによる意見集約・整理

■ 施工に配慮した設計

■ 施工のリスクを想定した設計

■ 施工の安全性を確保した設計

■ 設計と施工の乖離の少ない設計

■ 耐久性に優れた設計

■ 技術者像

-
-
-
-

■ 地域特性を考慮した設計

■ 調査結果を適切に反映した設計

■ 裕度のある設計

■ 予算通りの設計

■ 利用者にとって有益な設計

■ その他意見（分類不可）

-
-
-
-

理想の設計について意見まとめ

● BS⇒KJによる意見集約・整理

■ 施工に配慮した設計

- 一般的な施工業者が問題なく施工ができる
- 合理的な施工を可能とする
- 当初から想定されている懸念事項への対策が有効
- 施工しやすい
- マニュアルの非現実事項を施工しやすく変更
- 地盤リスクに対応している
- 施工の実態を反映している
- 脆弱・特殊な地山にはしっかり金を掛ける
- 経験豊富な現場所長から褒められる（良い意味で）
- 支保工がトラックから幅出しにならない
- 補助工法の採用区間、採用工法が適切である
- 施工を考慮した設計
- 鉄筋がトラックから幅出しにならない
- 坑門鉄筋の長さを全て9.6m以下とする。(大型車に積載可能)
- 懸念事項(不確定要素)を適切に反映した設計
- 設計者・施工者一体となった設計
- 施工途中で検討不備で施工中断とならない設計
- 施工業者が再設計を実施しなくてもよい設計
- 突発的事項に対する予測を見越した設計
- 必要事項を検討している設計
- 坑口等細部まで現地条件に合致する設計
- 適切な補助工法が見込まれている設計
- 適切な計測工が見込まれている設計
- 施工機械の稼働範囲を考慮した設計
- 施工に必要なものが全て計上されている設計

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

■ 施工のリスクを想定した設計

- 掘削時の課題を具体的に想定する
- 当初設計では限られた情報を明確にしている
- 当初設計では地山の不確実性を明確にしている
- 当初設計では想定される設計変更を明確にしている
- リスクの抽出と対策が提案されている
- 掘削時の課題等が明確である
- 施工時の中断等のトラブルのない設計
- 懸念事項(不確定要素)の適切な発注者・施工者への伝達
- 設計内容で確実、不確実がはっきりしている設計
- 申し送り事項が記述されている設計
- 適切な追加調査が提案されている設計
- 申し送りが適切である設計
- 掘削時に可能性のあるリスクを事前に提示した設計

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

- 施工の安全性を確保した設計

- 施工中の安全性を確保
 - 安全性を確保したうえで経済性を追求する
 - 安全性に配慮している
 - 地元業者にも危険度、注意点が伝わる
 - 安全性を踏まえた上で経済的な設計となっている
 - 安全を考慮した設計
 - 施工中の安全が担保された設計
 - 施工者が安全に施工できる

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

- 設計と施工の乖離が少ない設計

- 設計変更が少ない設計
- 当初設計で想定した地山がほぼ出現した設計
- 当初設計と変更設計とを明確に区別している
- 当初設計ではトンネル掘削の状況を具体的に想定している
- 設計どおりの施工ができる
- 現場条件に適合して設計どおりに施工できる
- 何も考えず設計のまま掘ればトンネルが安全に完成する
- 支保パターン変更は、2ランク以上でないとは変更は認めない
- 地山区分が2ランク以上異なる設計
- 大局的に支保評価が合っている

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

■ 耐久性に優れた設計

- 供用後の耐久性を確保
- 耐久性を確保したうえで経済性を追求する
- 供用後も変状が発生しない設計変更が少ない設計

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

- 地域特性を考慮した設計

- 地域特性が反映されている
 - 地域特性を反映した設計
 - 周辺環境に配慮した設計（騒音、振動）
 - 環境条件に適合した設計
 - 対象トンネル周辺の施工実績を反映した設計

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

- 調査結果を適切に反映した設計

- 切羽崩落や地表面沈下が想定どおりの設計
 - 地山の状態、切羽の状態をより具体的に想定する
 - 3D地盤性状を反映して切羽予測に有効
 - 地盤情報を的確に想定している
 - 地質状況を適切に踏まえた設計である
 - 設計者の地山区分の意図が読み取れる設計
 - 地山特性を反映し基準にとらわれない設計
 - 支保選定根拠が明確な設計
 - 全ての調査結果を反映できている

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

- 裕度のある設計

- 施工者が柔軟に対応できる余地がある（固めすぎない）
 - 想定外の事象に対して変更のしやすい設計
 - 施工者が受注金額の範囲内で、設計のワンランクUP,DOWNを自由に設定出来る
 - 裕度のある設計

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

■ 予算通りの設計

- 予算どおりとなる
- 会計検査で何も指摘を受けない
- 受注金額が減らない
- 予算の増額が少ない
- 支保パターンは、設計と乖離しても、金額が変わらない
- 発注額からの乖離が少ない設計
- 経済性と掘削時の安全が両立した設計

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

■利用者にとって有益な設計

- 利便性の高い設計
- 視認性・走行性の良い設計
- 地元住民の生活に配慮した設計
- 安心・安全な設計
- コストの安い設計（納税者目線）

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

■ 技術者像

- 地山の支保機能を評価・想定する
- 掘削時に必要な地山の支保機能を設定する
- 設計者の経験的知識を評価指標に活用する
- 設計者の技術的知見がしっかり盛り込まれている
- 設計者の技術的なプライドが満たされる

理想の設計について意見まとめ

- BS⇒KJによる意見集約・整理

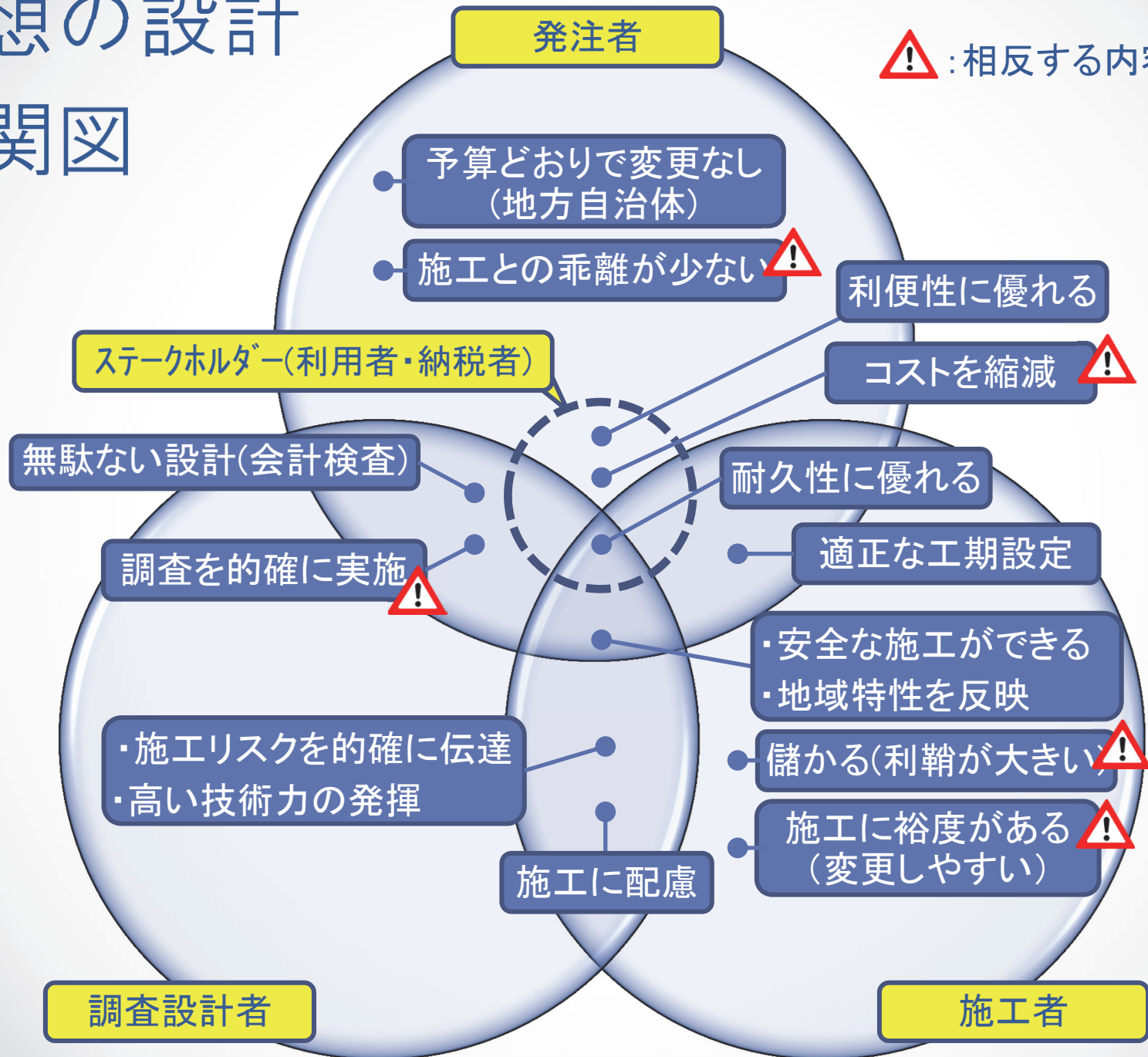
- その他（分類不可）

- ゼネコンが儲かる（利鞘が多い）
 - 変更設計では恒久支保と仮設支保を分けている
 - 変更出来るもの出来ないものが明確な設計

それぞれの項目を立場の違いによる相関図に整理
相関図への展開に際し、一部名称等変更

理想の設計

相関図



まとめ①

◆「理想の設計」を異なる立場で整理した相関図をみると、相反する内容を含む部分も認められる。たとえば、コストに関してみれば、調査設計者は「潤沢な調査費の捻出による地質情報量の増大」を、発注者は「調査、設計、施工の各ステージにおけるコストの縮減」を、施工者は「利益を生み出しやすい設計」を求めるところがある。これに対して、調査設計者は「費用対効果の高い調査手法の提案」、発注者には「調査から施工までの総事業費縮減の観点」、施工者には「利益と事業費縮減両立の観点」が求められるところである。また、発注者の立場による意見の違いも認められる。「設計時点での事業費の増大が難しい」立場と「事前予測が難しいことを前提とした設計変更対応を柔軟とする」立場である。後者の立場では、工事費増大の要因となりうる不確定要素を実際の現場の必要性を前提として計上するという考え方がある。

このように、「理想の設計」は立場によって相反する部分もあり、一概に定義することは難しいといえる。

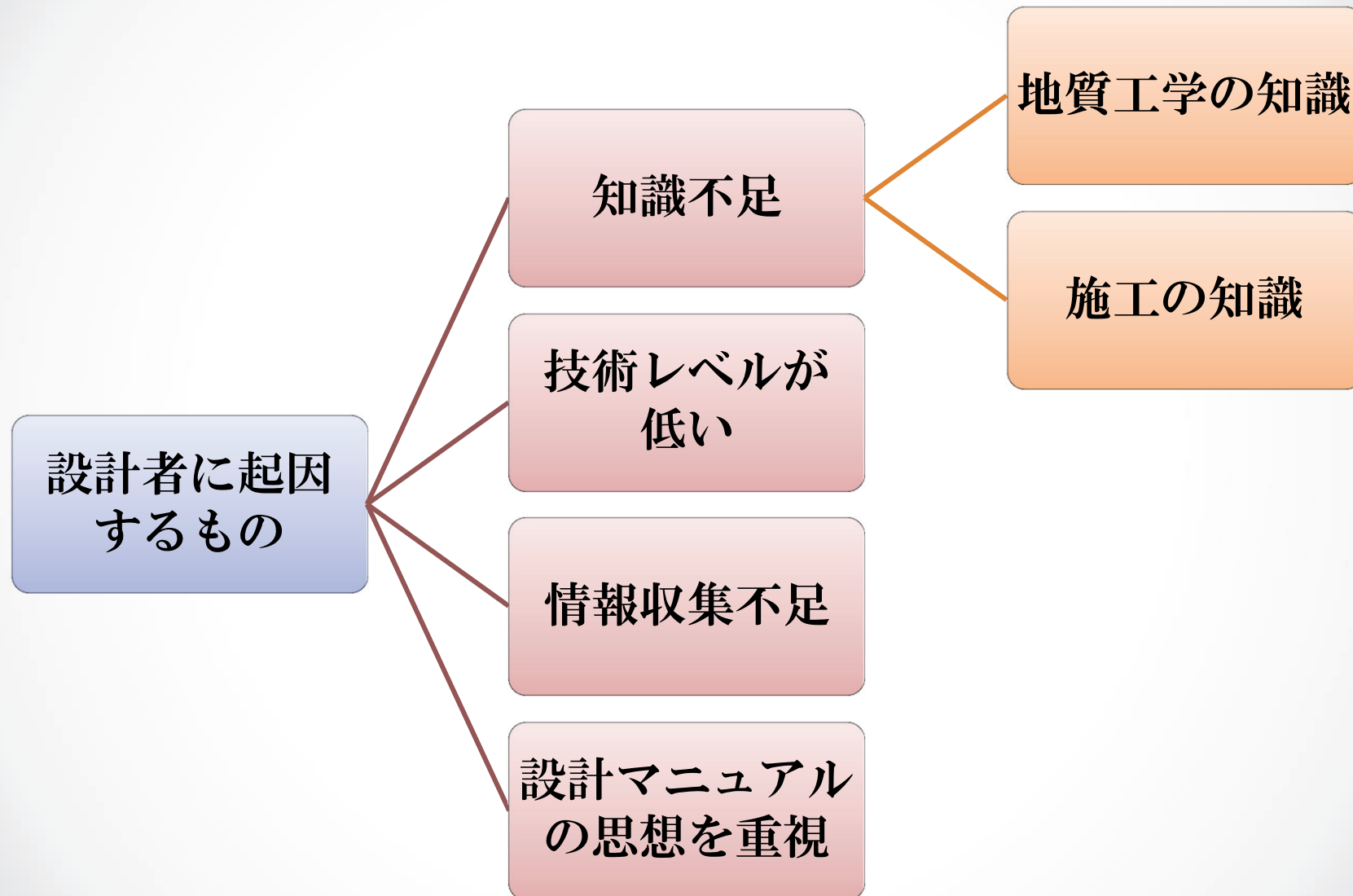
テーマ2

設計と施工の乖離
低減へ向けた提言

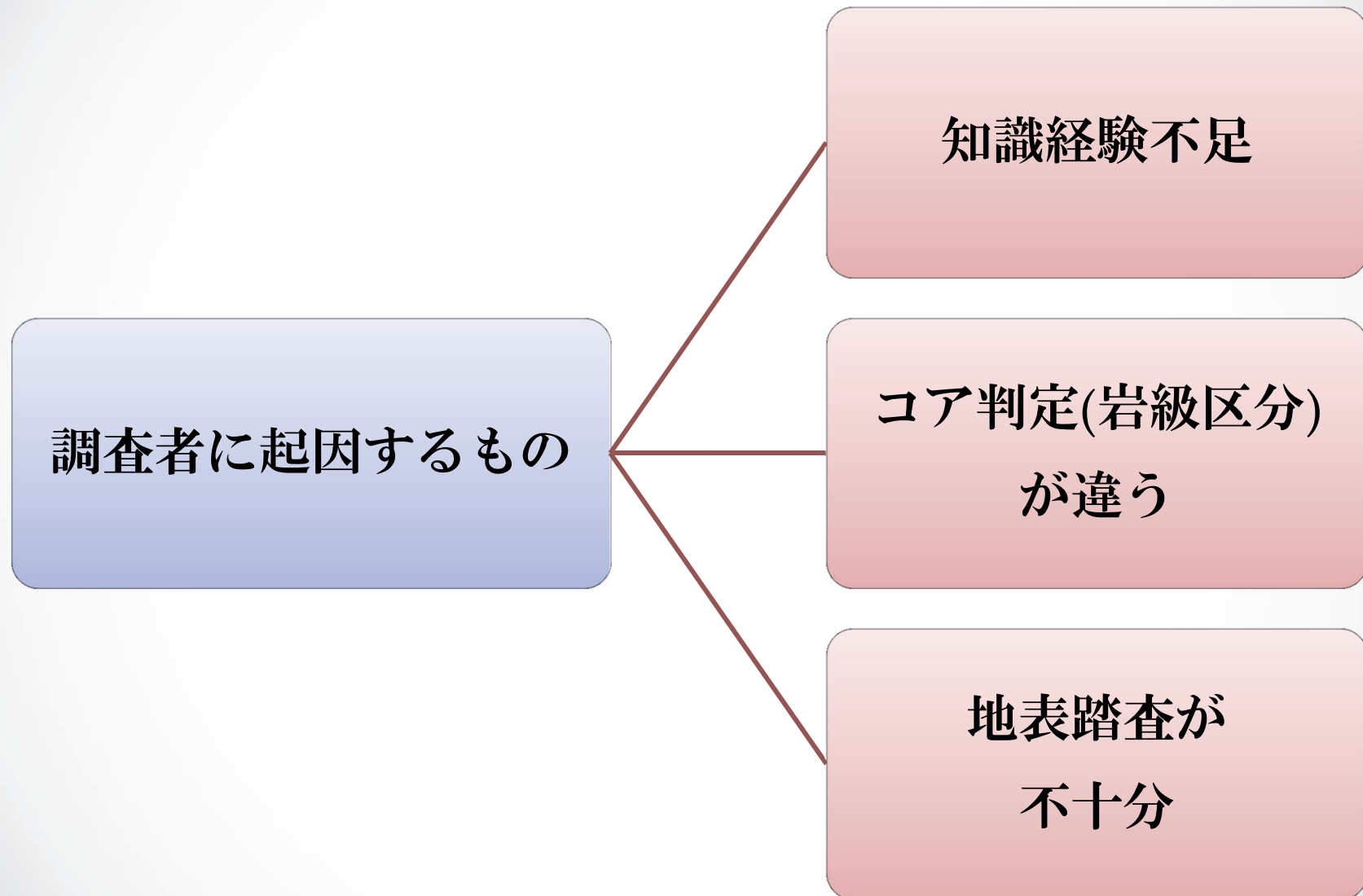
1. 設計と施工の乖離要因の分類結果

- ①設計者に起因するもの
- ②調査者に起因するもの
- ③地質調査手法に起因するもの
- ④施工者に起因するもの
- ⑤設計・積算マニュアルに起因するもの
- ⑥情報伝達不足に起因するもの
- ⑦発注者の意向に起因するもの

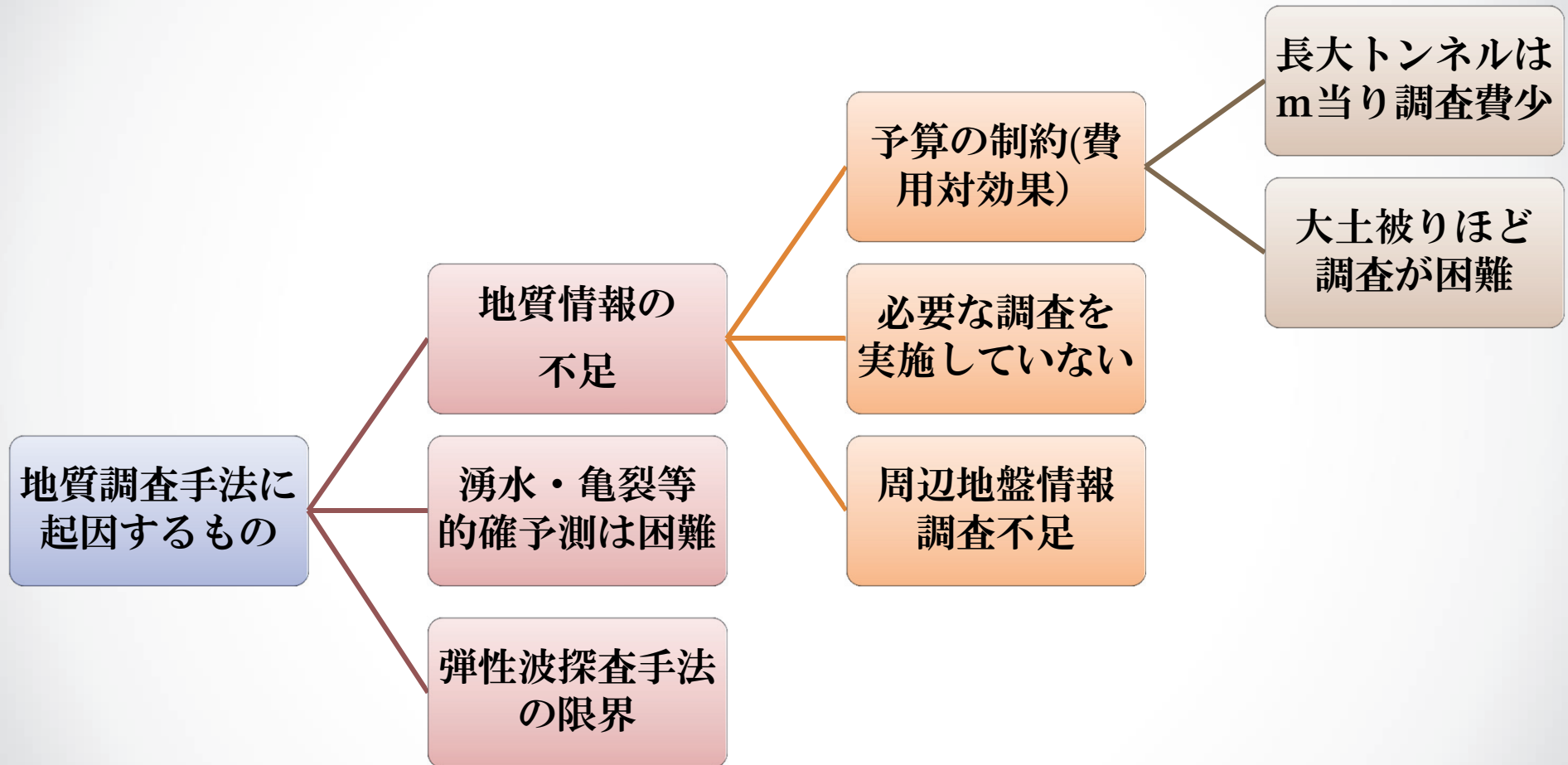
①設計者に起因するもの



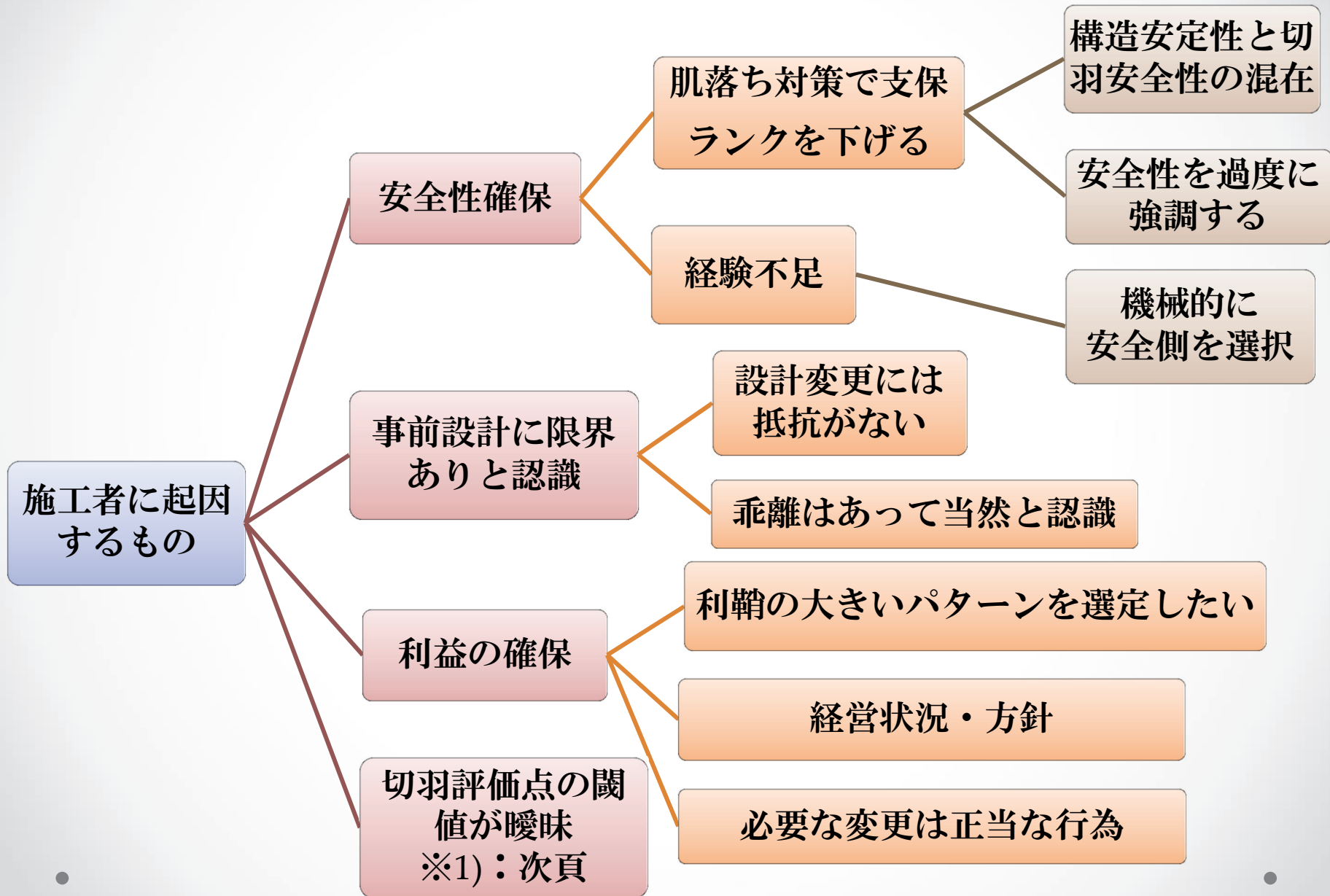
②調査者に起因するもの



③地質調査手法に起因するもの

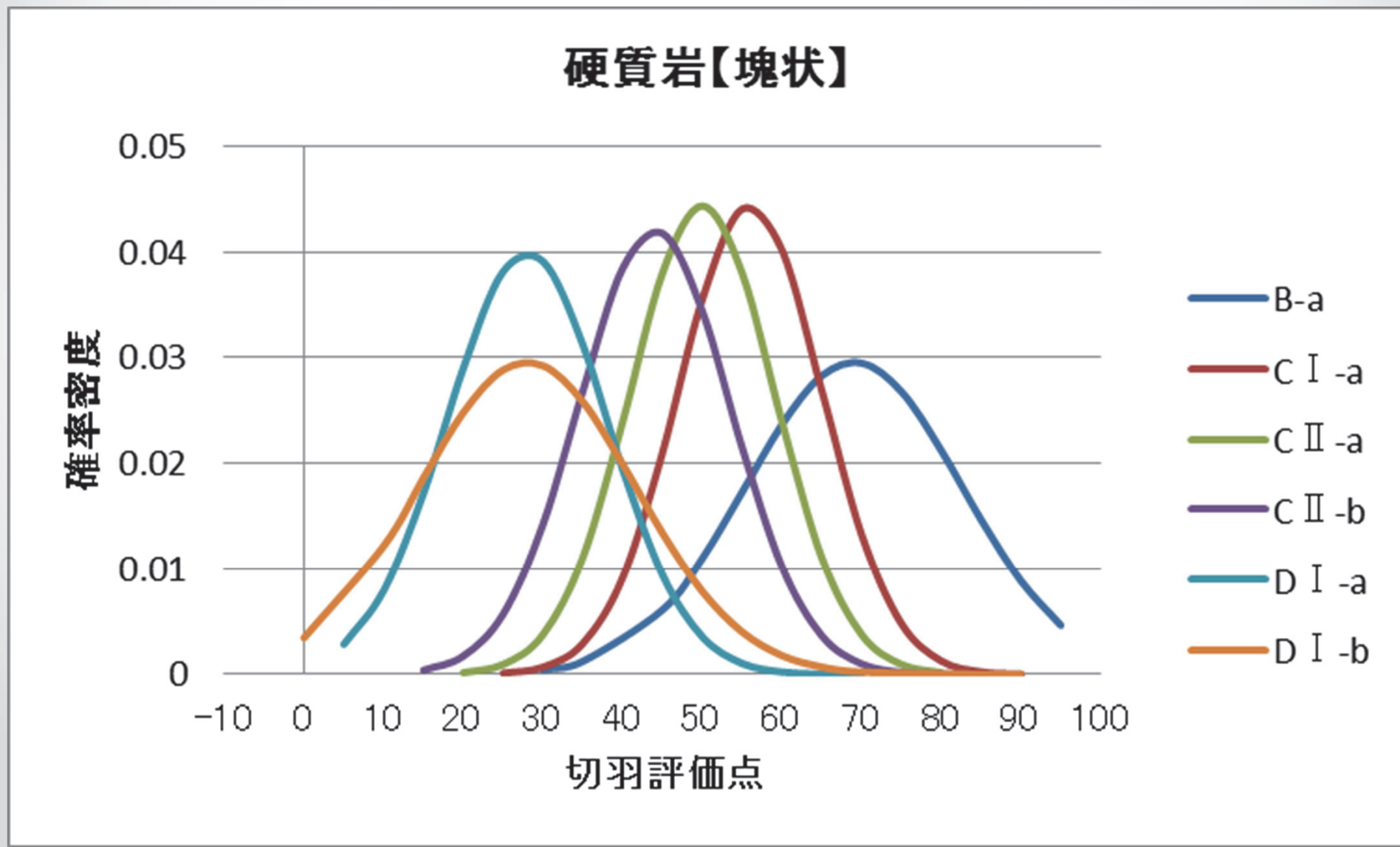


④施工者に起因するもの

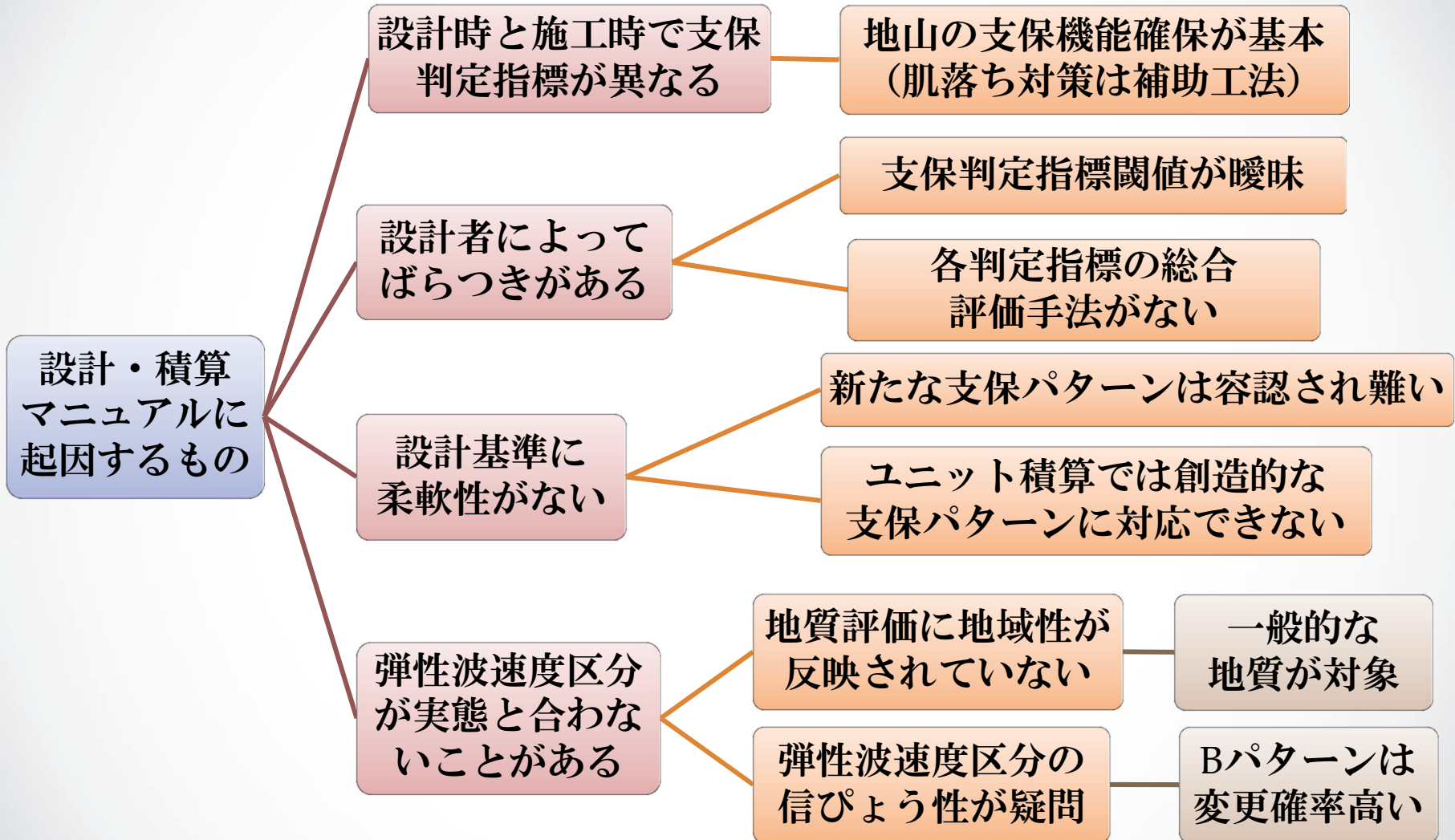


※ 1) 切羽評価点の閾値が曖昧

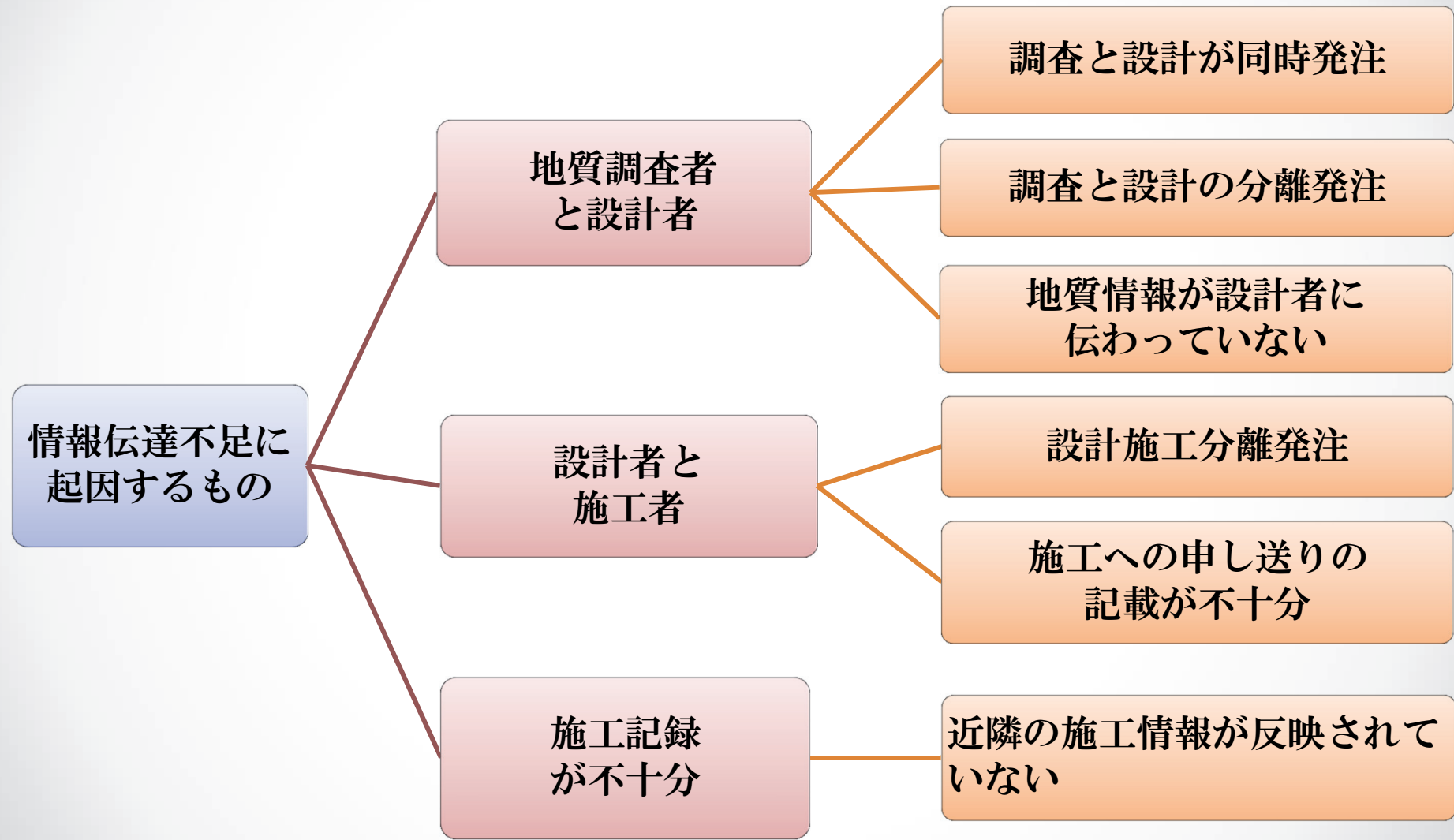
⇒切羽評価点から支保パターンを選定するには確率密度も参考とすべし



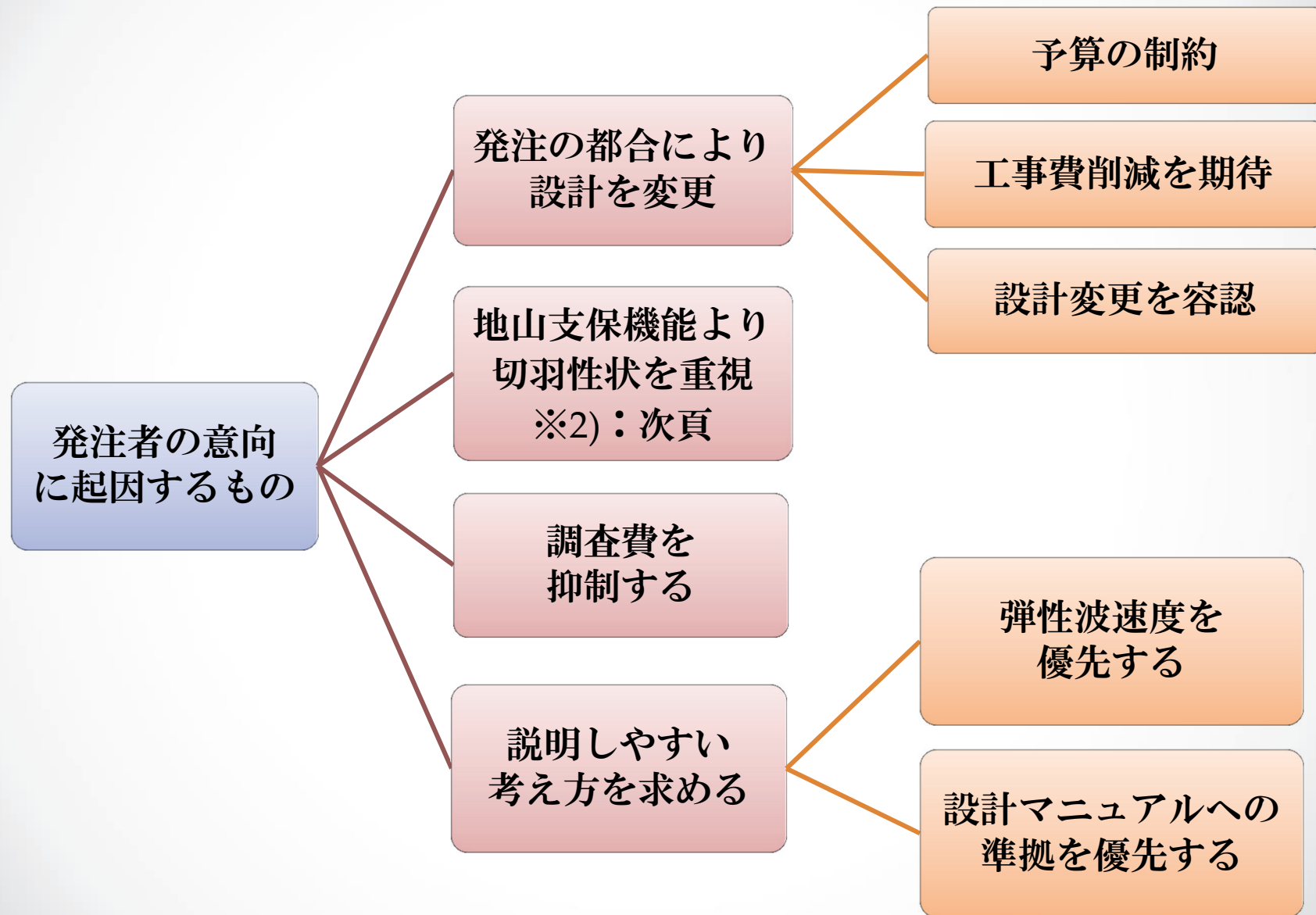
⑤設計・積算マニュアルに起因するもの



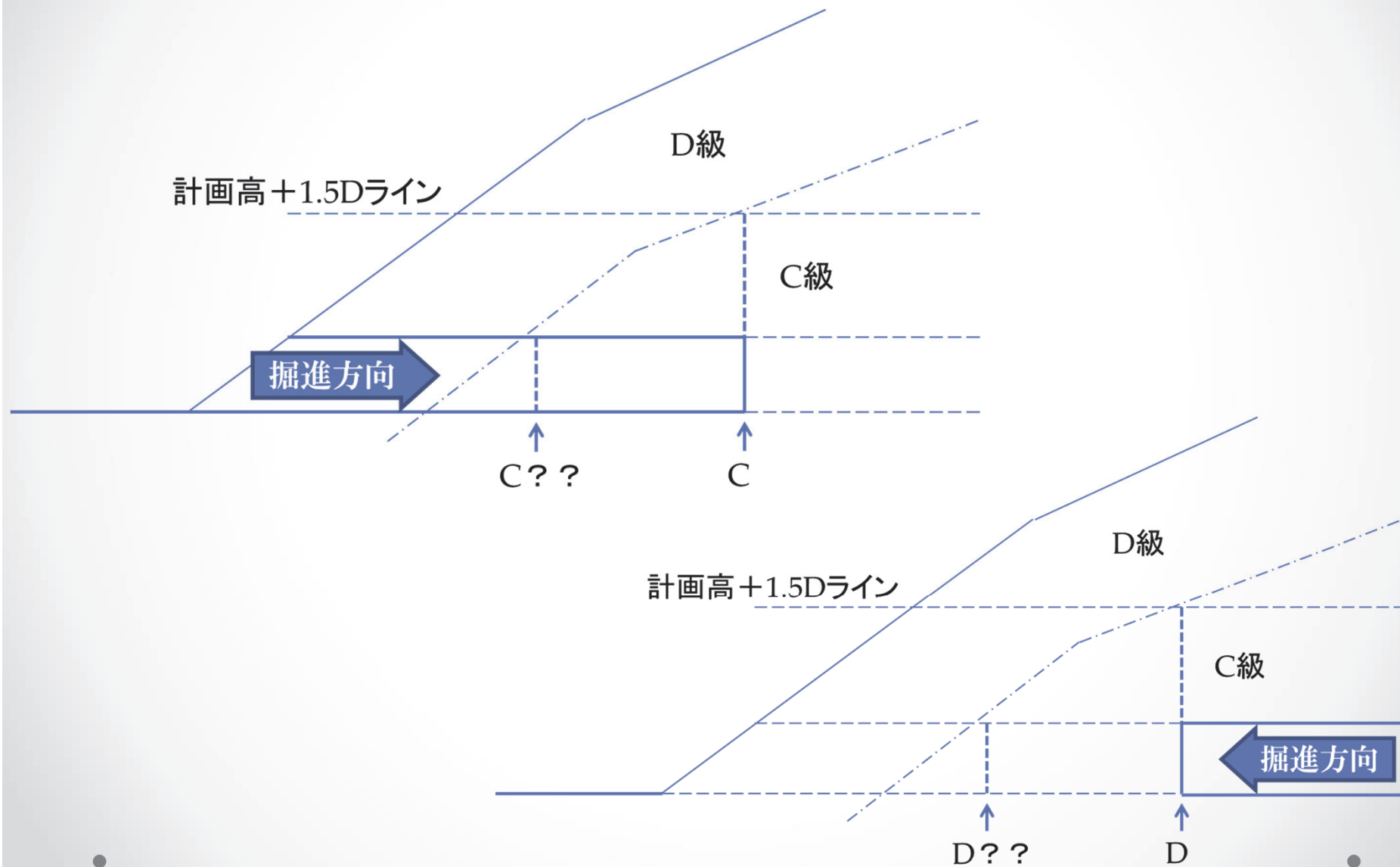
⑥情報伝達不足に起因するもの



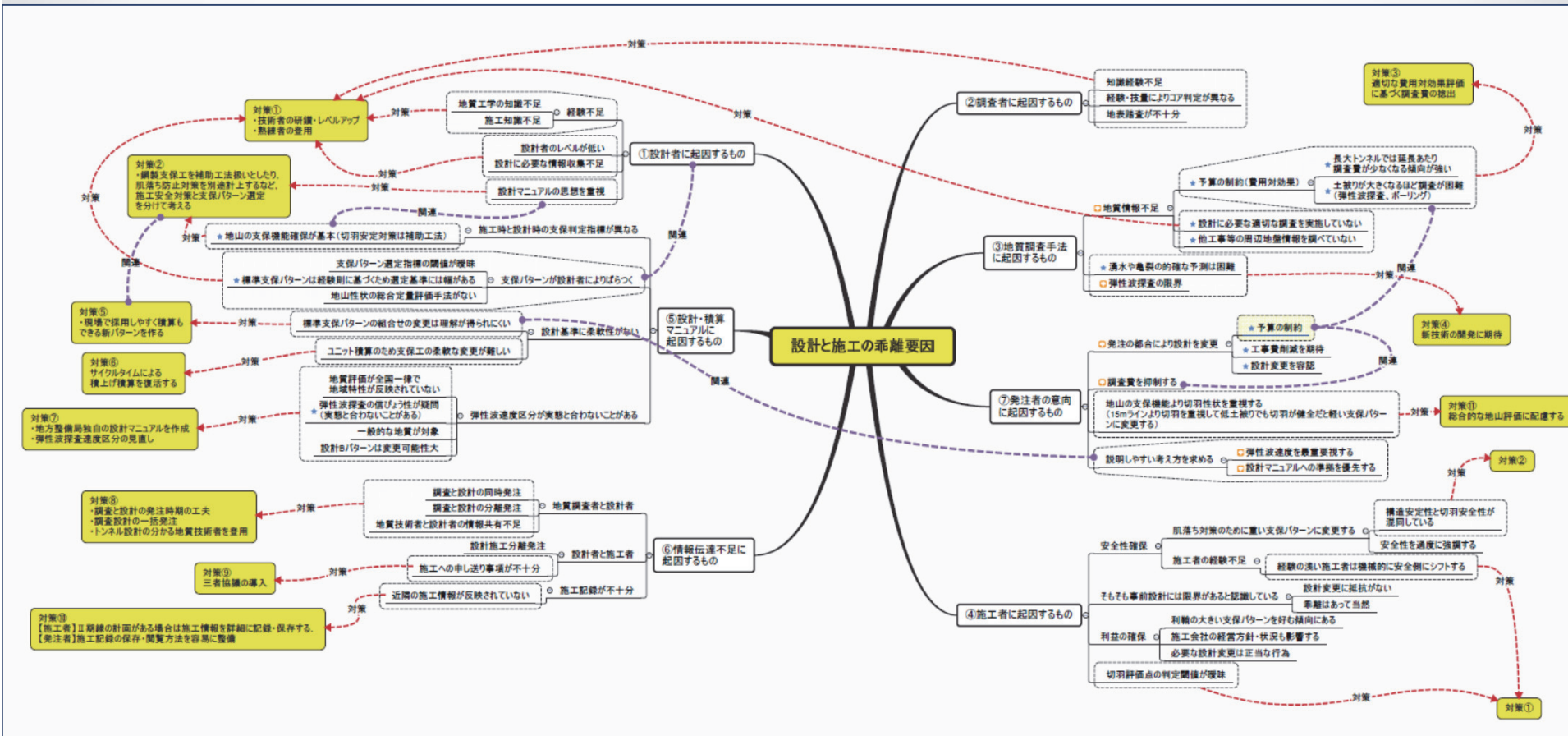
⑦発注者の意向に起因するもの



※ 2) 切羽偏重による地山支保機能不足の懸念



全体相関図



2. 乖離低減に向けた対策提言(1/2)

対策案	対象	要因
①◆技術者の研鑽◆熟練者の登用⇒◆技術評価型業務発注◆設計審査会開催	対策①	<ul style="list-style-type: none">・技術者の研鑽, レベルアップ・熟練者の登用
②安全対策と支保パターン選定を分けて考える（肌落ち対策を別途計上, 鋼製支保工を補助工法と考える, など）	対策②	<ul style="list-style-type: none">・設計マニュアル思想重視・構造安定と切羽安定が混在
③適切な費用対効果に基づく調査費用の捻出	対策③	<ul style="list-style-type: none">・予算の制約による調査費不足
④地質調査の新技术開発を促進する	対策④	<ul style="list-style-type: none">・調査技術の限界
⑤現場で採用しやすく積算できる新パターンをつくる	対策⑤	<ul style="list-style-type: none">・支保パターン設計に柔軟性がない
⑥サイクルタイムによる積上げ積算を復活する	対策⑥ (対策⑤)	<ul style="list-style-type: none">・ユニット積算のため柔軟な変更に対応できない
⑦弾性波速度区分を見直した地方整備局独自の設計マニュアルを作成	対策⑦	<ul style="list-style-type: none">・弾性波速度区分が実態と合わない

2. 乖離低減に向けた対策提言(2/2)

対策案	対象	要因
⑧◆地質調査と設計の発注が同時期とならないように工夫する◆調査と設計を一括発注する◆トンネル設計の分かる地質技術者を登用	対策⑧	【情報伝達不足】 地質調査者と設計者
⑨三者協議の導入	対策⑨	【情報伝達不足】 設計者と施工者
⑩【施工者】Ⅱ期線計画のために施工情報を詳細に記録・保存する。 【発注者】施工記録の保存・閲覧方法を整備	対策⑩	【情報伝達不足】 施工の記録が不十分
⑪総合的な地山評価に配慮する	対策⑪ (対策②)	・発注者が地山の支保機能より切羽性状を重視

まとめ②

◆設計と施工の乖離低減へ向けた九つの提言

- 一．技術者のレベルアップが大前提となる事業環境の熟成
- 二．支保パターン選定における地山支保機能確保と安全対策の分離
- 三．発注者の要求レベルに応じた適切な調査費用の捻出
- 四．地質調査精度向上を可能とする新技術の開発
- 五．切羽に応じた柔軟な支保パターン選定が可能となる積上げ積算復活
- 六．施工実態に基づく地域性を反映した弾性波探査速度区分への見直し
- 七．真に設計に必要な地質調査情報を適切な時期に伝達する
- 八．調査設計者・施工者・発注者の三者協議の開催
- 九．地質調査精度向上のための近隣施工記録を活用できるしくみづくり